

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magneto-resistive effect multilayers which constitute the magneto-resistive effect component applied to the magnetic head, a position sensor, a rotation sensor, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the AMR (Anisotropic Magnetoresistance) head using the anisotropy magneto-resistive effect phenomenon as a magneto-resistive effect mold reading head (MR head) and the GMR (Giant Magnetoresistance: giant magneto-resistance) head using the spin dependence scattering phenomenon of conduction electron are known, and the spin bulb (Spin-Valve) head which shows a high magneto-resistive effect by the low external magnetic field is shown in the U.S. Pat. No. 5159513 specification as one example of a GMR head.

[0003] Drawing 4 shows an example of the spin bulb structure known conventionally, and the structure of this example carries out the laminating of the free ferromagnetism layer 1, the nonmagnetic interlayer 2, the pinning ferromagnetism layer 3, and the antiferromagnetism layer 4 on a substrate, it forms the magnet layers 5 and 5 which consist of Co-Pt etc. so that a layered product may be inserted into the both sides of this layered product, it forms the electrode layers 6 and 6 on it, and is constituted. In order to make the magnetization direction of the pinning ferromagnetism layer 3 fix to the Z direction of drawing 4 in structure conventionally which is shown in drawing 4, a comparatively big bias field is required, and the more this bias field is large, the more it will be moreover, good. In order to overcome the anti-field of the Z direction of drawing 4 and for the magnetization direction not to shake by the magnetic flux from a magnetic medium, the bias field of 100 Oe is required at least. If it is in structure conventionally which is shown in drawing 4 in order to acquire this bias field, the exchange anisotropy field produced by contacting the antiferromagnetism layer 4 in the pinning ferromagnetism layer 3, and preparing it in it is used.

[0004] By the magnet layers 5 and 5, while making magnetization turned in the direction of a truck in the condition of having impressed parallel (the direction of X of drawing 4: the direction of a truck) vertical bias to the free ferromagnetism layer 1 to the film surface as it is the structure shown in drawing 4, and having

milling removes other garbages, and is equivalent to the width of recording track is manufactured A possibility that the reattachment of an unnecessary element may happen to the periphery part of the obtained layered product S at the time of ion milling was high; the unnecessary element mixed in the important part on which magnetic flux is made to act in the part to which a layered product S contacts extension section 8a of the ferromagnetic layer 8, and there was a possibility that it might become impossible to acquire the effectiveness by desired vertical bias. [0008] This invention by having been made in view of said situation and preparing the layer for impressing vertical bias to a free ferromagnetism layer in the form which carries out a laminating to the free ferromagnetism layer instead of the flank side of a free ferromagnetism layer While being able to abolish fear of unnecessary element mixing to the boundary part of the layer for impressing vertical bias to a free ferromagnetism layer, and a free ferromagnetism layer and fully being able to acquire the effectiveness by vertical bias It excels in linearity responsibility and aims at offering the magneto-resistive effect mold sensor which controlled the Barkhausen noise.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve said technical problem, the pinning ferromagnetism layer to which pinning of the flux reversal was carried out, and flux reversal are the magneto-resistive effect multilayers which come to carry out the laminating of the freed free ferromagnetism layer through a non-magnetic layer, the laminating of the soft magnetism layer is carried out to the top face or inferior surface of tongue of said free ferromagnetism layer, and an antiferromagnetism layer is characterized by coming to carry out a laminating further at least on the top face or inferior surface of tongue of said soft magnetism layer. Next, they are the magneto-resistive effect multilayers which come to carry out the laminating of the free ferromagnetism layer by which the pinning ferromagnetism layer to which the focus stop of the flux reversal was carried out, and flux reversal were freed in this invention through a non-magnetic layer. The laminating of the soft magnetism layer which carries out ferromagnetic association to said free ferromagnetism layer, and lowers the coercive force of this free ferromagnetism layer is carried out to the top face or inferior surface of tongue of a free ferromagnetism layer. The laminating of the antiferromagnetism layer which single-domain-izes this soft magnetism layer on the top face or inferior surface of tongue of said soft magnetism layer is carried out further at least, and it is characterized by being what measures and uses the electric resistance according to the magnetic reversal of said free ferromagnetism layer. Furthermore, in this invention, it consists of a crystal phase which consists of carbide with element M' which said soft magnetism layer becomes from one sort or two sorts or more of elements of the crystal phase which uses bccFe as a principal component, and Ti, Zr, Hf, V, Nb(s), Ta and W, and a nitride, and the diameter of average crystal grain is characterized by coming to make a fine crystal grain 30nm or less into a subject.

[0010] In this invention structure, it is characterized by consisting of an amorphous phase which consists of a compound with the element M with which said soft magnetism layer is set to the crystal phase which makes a subject crystal

[0013] Possibility that factors other than spin dependence dispersion of conduction electron will arise is low, and it originates in the ability of a higher magneto-resistive effect to be acquired rather than the direction where the effectiveness of spin dependence dispersion of conduction electron constitutes a large thing and the ferromagnetic layers 32 and 34 from an ingredient of the same kind according to the interface of Co and Cu consists of ingredients of a different kind, if this is in the giant magneto-resistance developmental mechanics of the structure whose non-magnetic layer 33 is pinched in the ferromagnetic layers 32 and 34. Since it is such, when the ferromagnetic layer 32 is constituted from Co, the structure which permuted the non-magnetic layer 33 side of the ferromagnetic layer 34 by Co layer by predetermined thickness is desirable. Moreover, even if distinguish especially Co layer and it does not prepare it, it is good also as a concentration gradient layer to which Co concentration becomes thin gradually as it considers as the alloy condition of having included more Co(es) in the non-magnetic layer 33 side of the ferromagnetic layer 34 and goes to the opposite side.

[0014] Said non-magnetic layer 33 consists of non-magnetic material represented by Cu, Cr, Au, Ag, etc., and is formed in the thickness of 20-40Å. If the thickness of a nonmagnetic membrane 33 is thinner than 20Å here, magnetic association will become easy to take place between the ferromagnetic layer 32 and the ferromagnetic layer 34. Moreover, since the rate of the conduction electron scattered about by the interface of the non-magnetic layer 33 which is the factor which produces a magneto-resistive effect, and the ferromagnetic layers 32 and 34 will fall and a magneto-resistive effect will be reduced according to the shunt effect of a current if a non-magnetic layer 33 is thicker than 40Å, it is not desirable.

[0015] Said soft magnetism layer 37 consists of film of the soft magnetism alloy explained below, and is preferably formed in about 100-300Å in thickness. In addition, it is desirable to use the big thing of specific resistance while the soft magnetism layer 37 used here is excellent in soft magnetic characteristics and its saturation magnetic flux density is high.

[0016] FeaMbOc shows as example of presentation 1 empirical formula — having —
— M — rare earth elements (Sc belonging to 3A group of a periodic table —) Y, or La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Td, A kind of elements or those mixture are expressed at least among lanthanoids, such as Dy, Ho, Er, Tm, Yb, and Lu. The presentation ratios a, b, and c It is atomic % preferably and the soft magnetism alloy characterized by satisfying $50 \leq a \leq 70$, $5 \leq b \leq 30$, $10 \leq c \leq 30$, and the relation it is unrelated $a+b+c=100$ can be applied. In addition, if it is the soft magnetism alloy of this presentation, since the high specific resistance of 400-1000 micro ohm-cm extent is shown as specific resistance as this invention persons indicated on the JP,06-316748,A specifications previously, it can be used for the purpose achievement of the invention in this application.

[0017] It is shown by FedM'eOf as example of presentation 2 empirical formula. M' A kind of elements chosen from the group of Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, and W or those mixture are expressed at least, and the presentation ratios d, e, and f are atomic % s preferably. The soft magnetism alloy characterized by satisfying $45 \leq d \leq 70$,

T1 in the structure shown in drawing 1 . If it is the structure shown in drawing 1 , as a result of carrying out pinning of the sense of magnetization of the pinning ferromagnetism layer 32 and freeing the direction of magnetization of the free ferromagnetism layer 34 in the field equivalent to the width of recording track TW, a coercive force difference arises among the ferromagnetic layers 32 and 34, it originates in this, and giant magneto-resistance is obtained. That is, if external magnetic fields, such as a leakage field from a magnetic-recording medium, act on the part equivalent to the width of recording track TW of the center section of the free ferromagnetism layer 34 where rotation of magnetization was freed, since the sense of magnetization of the free ferromagnetism layer 34 will rotate easily, resistance change arises in the magneto-resistive effect multilayers T1 with rotation, and the magnetic information on a magnetic-recording medium can be read by measuring this resistance change. Moreover, resistance change is obtained by good linearity responsibility, without producing a Barkhausen noise, since the free ferromagnetism layer 34 is in contact with the single-domain-ized soft magnetism layer 37 and vertical bias is moreover impressed in the case of this resistance change.

[0023] Moreover, in the structure shown in drawing 1 , when the ferromagnetic layer 31 for pinning is constituted from α -Fe₂O₃, α -Fe₂O₃ is oxide from the first, and it excels in corrosion resistance compared with FeMn used in the conventional spin bulb structure, and since Neel temperature is high, there is the description strong against temperature fluctuation. In addition, although it indicated that the ferromagnetic layer 31 for pinning could be constituted from α -Fe₂O₃ in the component structure shown in drawing 1 , be [what is necessary / just since it seems that the component of the ferromagnetic layer 31 for pinning makes the magnetic switched connection force act on the pinning ferromagnetism layer 32, and makes coercive force high], of course, you may constitute from other antiferromagnetic substance, oxide antiferromagnetic substance, or high coercive force magnetic substance etc.

[0024] Next, in order to obtain the magneto-resistive effect multilayers T1 of the structure shown in drawing 1 , nonmagnetic ceramic substrates, such as aluminum₂O₃-TiC (Al Chick), are installed in the chamber of high frequency magnetron sputtering equipment or ion beam spatter equipment, and after making the inside of a chamber into inert gas ambient atmospheres, such as Ar gas, it can create by forming a required layer one by one. Targets required for membrane formation are for example, 2O α -Fe₃ target, a nickel-Fe alloy target, a Cu target, etc.

[0025] In order to manufacture the magneto-resistive effect multilayers of the cross-section structure shown in drawing 1 Impressing a field at the Z direction of drawing 1 into reduced pressure ambient atmospheres, such as 3 or less mTorr of Ar gas pressure etc. While forming the ferromagnetic layer 31 for pinning which consists of α -Fe₂O₃ on a substrate by the spatter and forming the two-layer ferromagnetic layers 32 and 34 on both sides of a non-magnetic layer 33 on this ferromagnetic layer 31 for pinning It leaves the part which is equivalent to the width of recording track with a photolithography process and ion milling, other parts are removed, and it considers as a layered product 35. If a layered product

product 41.

[0030] Since the laminating of the soft magnetism layer 37 and the antiferromagnetism layer 38 is carried out to the free ferromagnetism layer 34 also in which such structures, vertical bias can be impressed, since adhesion arrangement of the antiferromagnetism layer 38 is carried out at the soft magnetism layer 37, the soft magnetism layer 37 can be single-domain-ized, and the purpose of this application can be attained like the case of a previous gestalt.

[0031] In addition, since the layered product 40 is constituted from the ferromagnetic layer 31 for pinning, the pinning ferromagnetism layer 32, a non-magnetic layer 33, a free ferromagnetism layer 34, soft magnetism layer 37', and antiferromagnetism layer 38' unlike the structure it is indicated to drawing 1 that is the structure shown in drawing 2 It can manufacture by forming a layered product 40 by carrying out ion milling collectively, after carrying out sequential membrane formation and carrying out the laminating of the film for forming these, and forming the electrode layers 36 and 36. That is, since it is unnecessary like the structure shown in drawing 1 with the structure which the need of carrying out the laminating of the soft magnetism layer 37 and the antiferromagnetism layer 38 separately further shows to drawing 2 after forming a layered product 35 and the electrode layer 36, if it is the structure shown in drawing 2, rather than the structure shown in drawing 1, a routing counter can be reduced and it can manufacture easily.

[0032]

[Effect of the Invention] As explained above, this invention carries out the laminating of a soft magnetism layer and the antiferromagnetism layer to a free ferromagnetism layer, and is prepared, and while making a soft magnetism layer produce magnetic switched connection from an antiferromagnetism layer and single-domain-izing a soft magnetism layer, vertical bias can be impressed to a free ferromagnetism layer through a soft magnetism layer from an antiferromagnetism layer. And since a soft magnetism layer and an antiferromagnetism layer are prepared in the form which carries out a laminating to a free ferromagnetism layer, even if it is the case where carry out the laminating of the film which constitutes each class, and patterning is carried out by ion milling etc., a possibility that an undesired substance may mix in the laminating interface of a soft magnetism layer, an antiferromagnetism layer, and a free ferromagnetism layer disappears, and can impress the vertical bias as the purpose. Therefore, if the magneto-resistive effect multilayers of said structure are used for the magnetic head, the magnetic head which carries out a linearity response and can read magnetic information for resistance change to a minute field from a magnetic-recording medium in a lifting and the condition that there is no Barkhausen noise with sufficient detection sensitivity by this can be offered.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284769

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 43/08

G11B 5/39

H01F 10/08

識別記号

F I

H01L 43/08

Z

G11B 5/39

H01F 10/08

V512~

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全7頁)

(21) 出願番号

特願平9-92566

(22) 出願日

平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 梅津 英治

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 長谷川 直也

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 牧野 彰宏

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

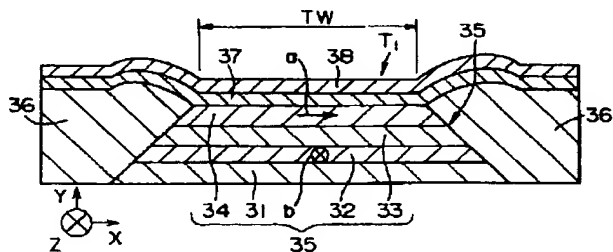
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果多層膜

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層をフリー強磁性層に積層する形に設け、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層とフリー強磁性層との境界部分への不要元素混入のおそれをなくして縦バイアスによる効果を十分に得ることができるとともに、線形応答性に優れ、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層32と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層34を非磁性層33を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層34の上面または下面に軟磁性層37が積層され、前記軟磁性層37の上面または下面に反強磁性層38が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層の上面または下面に軟磁性層が積層され、前記軟磁性層の上面または下面に反強磁性層が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする磁気抵抗効果多層膜。

【請求項2】 磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層に対し強磁性結合して該フリー強磁性層の保磁力を下げる軟磁性層をフリー強磁性層の上面または下面に積層し、前記軟磁性層の上面または下面に該軟磁性層を単磁区化する反強磁性層を少なくとも一層積層し、前記フリー強磁性層の磁化の反転に応じた電気抵抗を測定して使用するものであることを特徴とする磁気抵抗効果多層膜。

【請求項3】 前記軟磁性層が、bccFeを主成分とする結晶相とTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wのうちの1種又は2種以上の元素からなる元素M'との炭化物、窒化物からなる結晶相からなり、平均結晶粒径が30nm以下の微細結晶粒が主体とされてなることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項4】 前記軟磁性層が、bccFeを主成分とする平均結晶粒径30nm以下の結晶粒を主体とする結晶相と、Oと、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、W、希土類元素のうちの1種又は2種以上の元素からなる元素Mとの化合物からなる非晶質相からなることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項5】 前記反強磁性層が、Cr-Al系合金、Cr-Ga系合金、Cr-In系合金、NiOの1種からなることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項6】 前記軟磁性層の厚さが100～300Å、フリー強磁性層の厚さが80～90Å、前記反強磁性層とフリー強磁性層の合計層厚が200～400Åとされてなることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果多層膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ヘッド、位置センサ、回転センサ等に適用される磁気抵抗効果素子を構成する磁気抵抗効果多層膜に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、磁気抵抗効果型読み取りヘッド(MRヘッド)として、異方性磁気抵抗効果現象を用いたAMR(Anisotropic Magnetoresistance)ヘッドと、伝導電子のスピン依存散乱現象を用いたGMR(Giant Magnetoresistance: 巨大磁気抵抗効果)ヘッドと

が知られており、GMRヘッドの1つの具体例として、低外部磁界で高磁気抵抗効果を示すスピンバルブ(Spin-Valve)ヘッドが米国特許第5159513号明細書に示されている。

【0003】 図4は従来知られているスピンバルブ構造の一例を示すもので、この例の構造は、フリー強磁性層1と非磁性中間層2とピン止め強磁性層3と反強磁性層4を基板上に積層し、この積層体の両側に積層体を挟むようにCo-Pt等からなる磁石層5、5を設け、その上に電極層6、6を設けて構成されている。また、図4に示す従来構造においてピン止め強磁性層3の磁化方向を図4のZ方向に固定させるためには、比較的大きなバイアス磁界が必要であり、このバイアス磁界は大きければ大きいほど良いことになる。図4のZ方向の反磁界に打ち勝ち、磁気媒体からの磁束により磁化方向が揺れないためには、少なくとも100 Oeのバイアス磁界が必要である。このバイアス磁界を得るために図4に示す従来構造にあっては、ピン止め強磁性層3に反強磁性層4を接触させて設けることにより生じる交換異方性磁界を利用している。

【0004】 図4に示す構造であると、フリー強磁性層1には磁石層5、5によって膜面に対して平行(図4のX方向:トラック方向)の縦バイアスを印加し単磁区化した状態でトラック方向に磁化を向けさせるとともに、ピン止め強磁性層3の磁化方向を図4中のZ方向、即ち、フリー強磁性層1の磁化方向と直交する方向にバイアスを印加して単磁区化した状態で図中Z方向に向けさせておく必要がある。前記の縦バイアス印加の目的はフリー強磁性層1が多数の磁区を形成することによって生じるバルクハウゼンノイズを抑制すること、即ち、磁気媒体からこの磁束に対してノイズの少ないスムーズな抵抗変化にするためである。また、磁気媒体からの磁束(図4のZ方向)により、前記ピン止め強磁性層3の磁化方向は変化してはならず、フリー強磁性層1の方向がピン止め強磁性層3の磁化方向に対して $90 \pm \theta^\circ$ の範囲で変化することにより磁気抵抗効果の線形応答性が得られる。以上のように、スピンバルブヘッドの際のピン止め強磁性層のバイアス、フリー強磁性層の縦バイアスに反強磁性層との接触界面で生じる交換異方性磁界を利用することにより、線形応答性が良く、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型ヘッドが実現される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図4に示すスピンバルブ構造において、左右の磁石層5、5によって縦バイアスが印加されたフリー強磁性層1にあっては、磁石層5、5に近接するトラックエンド部(図4に符号7で示す領域)の磁化の向きが容易に変化しない不感領域となりやすく、磁気媒体の記録密度の向上に伴う更なる狭トラック化が進められた場合に問題を生じるおそれがあった。

【0006】そこで本願発明者らは先に、図5に示すように、フリー強磁性層1と非磁性中間層2とピン止め強磁性層3と反強磁性層4からなる積層体Sをその両側から挟むようにNi-Feなどからなる強磁性層8を設け、該強磁性層8の上に反強磁性層9と電極層10を積層した構造を提案している。この構造によれば、反強磁性層9の一方異方性により、強磁性層8を単磁区化することで、積層体に接触している強磁性層8の延出部8a側からフリー強磁性層1側に磁束を作用させることができ、これによる交換相互作用で磁氣的にフリー強磁性層1に縦バイアスを印加することができる。

【0007】しかしながら、図5に示す積層構造を製造するには、フリー強磁性層1と非磁性中間層2とピン止め強磁性層3と反強磁性層4を積層した後に、積層体Sとするべき部分のみにマスクを被せてその他の不要部分をイオンミリングにより除去するフォトリソグラフィ技術による加工を行い、トラック幅に相当する幅を有する積層体Sを製造するので、得られた積層体Sの周縁部分にはイオンミリング時に不要元素の再付着が起こるおそれが高く、強磁性層8の延出部8aと積層体Sとが接触する部分で磁束を作用させる重要な部分に不要元素が混入して所望の縦バイアスによる効果を得られなくなるおそれがあった。

【0008】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層をフリー強磁性層の側部側ではなくフリー強磁性層に積層する形に設けることにより、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層とフリー強磁性層との境界部分への不要元素混入のおそれをなくして縦バイアスによる効果を充分に得ることができるとともに、線形応答性に優れ、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型センサを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するために、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層の上面または下面に軟磁性層が積層され、前記軟磁性層の上面または下面に反強磁性層が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする。次に本発明においては、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層に対し強磁性結合して該フリー強磁性層の保磁力を下げる軟磁性層をフリー強磁性層の上面または下面に積層し、前記軟磁性層の上面または下面に該軟磁性層を単磁区化する反強磁性層を少なくとも一層積層し、前記フリー強磁性層の磁化の反転に応じた電気抵抗を測定して使用するものであることを特徴とする。更に本発明において、前記軟磁性層が、bccFeを主成分

とする結晶相とTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wのうちの1種又は2種以上の元素からなる元素M'との炭化物、窒化物からなる結晶相からなり、平均結晶粒径が30nm以下の微細結晶粒が主体とされてなることを特徴とする。

【0010】本発明構造において、前記軟磁性層が、bccFeを主成分とする平均結晶粒径30nm以下の結晶粒を主体とする結晶相と、Oと、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、W、希土類元素のうちの1種又は2種以上の元素からなる元素Mとの化合物からなる非晶質相からなることを特徴とする。前記反強磁性層が、Cr-Al系合金、Cr-Ga系合金、Cr-In系合金、NiOの1種からなることが好ましい。また、前記軟磁性層の厚さが100~300Å、フリー強磁性層の厚さが80~90Å、前記反強磁性層とフリー強磁性層の合計層厚が200~400Åとされてなることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の一形態について説明する。図1は本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の一形態を示すものであり、図示略の磁気ヘッド等を構成する基板の上に形成されたピン止め用強磁性層31上に、ピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34が順次積層されて例えば断面台形状の積層体35が形成され、フリー強磁性層34の両端部側に、トラック幅TWに相当する間隔を相互の間にあけて積層体35をその両側から挟む電極層36、36が設けられている。また、電極層36、36とフリー強磁性層34とを覆って軟磁性層37が積層され、軟磁性層37上に軟磁性層37を覆って反強磁性層38が積層されている。なお、この形態の構造においては、ピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37と反強磁性層38とによってスピバルブ型の磁気抵抗効果多層膜T₁が構成されている。

【0012】前記ピン止め用強磁性層31は、その上に形成されるピン止め強磁性層32に磁氣的交換結合力を作用させて強磁性層32の保磁力を増大させ、磁化の向きをピン止めするためのものであり、このピン止め用強磁性層31は、反強磁性体、特に酸化物反強磁性体から構成されることが好ましく、1つの具体例としては、 α -Fe₂O₃から形成される。この α -Fe₂O₃からなるピン止め用強磁性層31であるならば、 α -Fe₂O₃自体のモーリン点が高く、ブロッキング温度が高いので、線形応答性に優れた上で温度変化に強く、バルクハウゼンノイズを確実に抑制できる磁気抵抗効果多層膜を提供できる。なお、 α -Fe₂O₃の他にPt-Mn、Ir-Mn、Fe-Mn、NiO等も使用することができる。前記強磁性層32、34は、いずれも強磁性体の薄膜からなるが、具体的にはNi-Fe合金、Co-Fe合金、Ni-Co合金、Co、Ni-Fe-Co合金などからな

る。また、強磁性層32をCo層から、強磁性層34をNi-Fe合金層から、あるいはCo層とNi-Fe合金層の積層構造から構成することもできる。なお、Co層とNi-Fe合金層との2層構造とする場合は、非磁性層33側に薄いCo層を配置する構造とすることもできる。

【0013】これは、非磁性層33を強磁性層32、34で挟む構造の巨大磁気抵抗効果発生機構にあつては、CoとCuの界面で伝導電子のスピン依存散乱の効果が大きいこと、および、強磁性層32、34を同種の材料から構成する方が、異種の材料から構成するよりも、伝導電子のスピン依存散乱以外の因子が生じる可能性が低く、より高い磁気抵抗効果を得られることに起因している。このようなことから、強磁性層32をCoから構成した場合は、強磁性層34の非磁性層33側を所定の厚さでCo層に置換した構造が好ましい。また、Co層を特に区別して設けなくとも、強磁性層34の非磁性層33側にCoをより多く含ませた合金状態とし、反対側に向かうにつれて徐々にCo濃度が薄くなるような濃度勾配層としても良い。

【0014】前記非磁性層33は、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される非磁性体からなり、20~40Åの厚さに形成されている。ここで非磁性膜33の厚さが20Åより薄いと、強磁性層32と強磁性層34との間で磁気的結合が起こりやすくなる。また、非磁性層33が40Åより厚いと磁気抵抗効果を生じる要因である非磁性層33と強磁性層32、34の界面で散乱される伝導電子の率が低下し、電流の分流効果により磁気抵抗効果が低減されてしまうので好ましくない。

【0015】前記軟磁性層37は、例えば以下に説明する軟磁性合金の膜から構成され、好ましくは厚さ100~300Å程度に形成される。なお、ここで用いられる軟磁性層37は、軟磁気特性に優れ、飽和磁束密度が高いとともに、比抵抗の大きなものを用いることが好ましい。

【0016】組成例1

組成式として $Fe_xM_yO_z$ で示され、Mは希土類元素

(周期表の3A族に属するSc、Y、あるいはLa、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどのランタノイド)のうち少なくとも一種の元素またはそれらの混合物を表し、組成比a、b、cは、好ましくは原子%で、 $50 \leq a \leq 70$ 、 $5 \leq b \leq 30$ 、 $10 \leq c \leq 30$ 、 $a+b+c=100$ なる関係を満足することを特徴とする軟磁性合金を適用することができる。なお、この組成の軟磁性合金ならば、先に本発明者らが特開平06-316748号明細書で開示した如く比抵抗として $400 \sim 1000 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の高比抵抗を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

【0017】組成例2

組成式として $Fe_xM'_yO_z$ で示され、M'は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wの群から選ばれた少なくとも一種の元素またはそれらの混合物を表し、組成比d、e、fは好ましくは原子%で、 $45 \leq d \leq 70$ 、 $5 \leq e \leq 30$ 、 $10 \leq f \leq 40$ 、 $d+e+f=100$ なる関係を満足することを特徴とする軟磁性合金を適用することができる。なお、この組成の軟磁性合金ならば、先に本発明者らが特開平06-316748号明細書で開示した如く比抵抗として、 $400 \sim 2.0 \times 10^6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の高比抵抗を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

【0018】組成例3

組成式として、 $T_{100-a-b-c-d} - X_e - M'_f - Z_g - Q_h$ で示され、TはFeとCoのいずれか又は両方、XはSiとAlのいずれか又は両方、M'はTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wの金属元素群から選ばれる少なくとも1種の元素、ZはCとNのいずれか又は両方、QはCr、Re、Ru、Rh、Ni、Pd、Pt、Auの金属元素群から選ばれる少なくとも1種の元素を表す。また、前記の組成において、下記の組成比(原子%)を満足することが好ましい。 $0 \leq a \leq 25$ 、 $1 \leq b \leq 7$ 、 $0.5 \leq c \leq 10$ 、 $0 \leq d \leq 10$ 。この例の組成であるならば、1Tを越える高い飽和磁束密度を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

【0019】組成例4

組成式として、 $T_{100-e-f-g-h-i} - Si_j - Al_k - M'_l - Z_m - Q_n$ 、但し、TはFeとCoのいずれか又は両方、M'はTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wの金属元素群から選ばれる少なくとも1種の元素、ZはCとNのいずれか又は両方、QはCr、Re、Ru、Rh、Ni、Pd、Pt、Auの金属元素群から選ばれる少なくとも1種の元素を表す。また、下記の組成比(原子%)を満足することが好ましい。 $8 \leq e \leq 15$ 、 $0.5 \leq f \leq 10$ 、 $1 \leq g \leq 7$ 、 $0.5 \leq h \leq 10$ 、 $0 \leq i \leq 10$ 。この例の組成であるならば、1Tを越える高い飽和磁束密度を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

【0020】次に、前記反強磁性層38は、ピン止め用強磁性層31とは異なる反強磁性体、例えば、Cr-Al、PtMn、NiO等からなることが好ましいが、中でも高比抵抗のCr-Alが最も好ましい。

【0021】前記の構造においては、フリー強磁性層34上に軟磁性層37を設けているので、フリー強磁性層34と軟磁性層37を強磁性結合させることができ、これによりフリー強磁性層34の保磁力を下げることができる。更に、軟磁性層37上に反強磁性層38を設けることで、軟磁性層37を単磁区化することができる。また、単磁区化した軟磁性層37によりフリー強磁性層34にバイアスを印加することができる。また、ピン止め強磁性層32の全面に密着させたピン止め用強磁性層

31により、ピン止め強磁性層32の磁化の向きをピン止めして図1の紙面に垂直なb方向に磁化の向きを揃えることができる。以上のことから、フリー強磁性層34の磁化の向きを図1の矢印a方向に向け、ピン止め強磁性層32の磁化の向きを矢印b方向に向けることで両者をほぼ90°で直交させて揃えることができる。

【0022】図1に示す構造において定常電流は、磁気抵抗効果多層膜T₁に与えられる。図1に示す構造であるならば、ピン止め強磁性層32の磁化の向きがピン止めされ、フリー強磁性層34の磁化の方向がトラック幅TWに相当する領域において自由にされる結果、強磁性層32と34の間に保磁力差が生じ、これに起因して巨大磁気抵抗効果が得られる。即ち、磁化の回転が自由にされたフリー強磁性層34の中央部のトラック幅TWに相当する部分に、磁気記録媒体からの漏れ磁界などのような外部磁界が作用すると、フリー強磁性層34の磁化の向きが容易に回転するので、回転に伴って磁気抵抗効果多層膜T₁に抵抗変化が生じ、この抵抗変化を測定することで磁気記録媒体の磁気情報を読み取ることができる。また、この抵抗変化の際にフリー強磁性層34は単磁区化された軟磁性層37に接して、しかも縦バイアスが印加されているので、バルクハウゼンノイズを生じることなく、良好な線形応答性で抵抗変化が得られる。

【0023】また、図1に示す構造において、ピン止め用強磁性層31を α -Fe₂O₃から構成すると、 α -Fe₂O₃は元々酸化物であり、従来のスピンバルブ構造において用いられているFeMnに比べて耐食性に優れ、しかもネール温度が高いので、温度変動に強い特徴がある。なお、図1に示す素子構造においてピン止め用強磁性層31を α -Fe₂O₃から構成できると記載したが、ピン止め用強磁性層31の構成材料はピン止め強磁性層32に磁氣的交換結合力を作用させて保磁力を高くするようなものであれば良いので、他の反強磁性体、酸化物反強磁性体あるいは高保磁力磁性体等から構成しても良いのは勿論である。

【0024】次に、図1に示す構造の磁気抵抗効果多層膜T₁を得るには、例えばAl₂O₃-TiC（アルチック）などの非磁性のセラミックス基板を高周波マグネトロンスパッタ装置あるいはイオンビームスパッタ装置のチャンバ内に設置し、チャンバ内をArガスなどの不活性ガス雰囲気としてから順次必要な層を成膜することにより作成することができる。成膜に必要なターゲットは、例えば α -Fe₂O₃ターゲット、Ni-Fe合金ターゲット、Cuターゲットなどである。

【0025】図1に示す断面構造の磁気抵抗効果多層膜を製造するには、Arガス圧3mTorr以下などの減圧雰囲気中において図1のZ方向に磁界を印加しながら、スパッタにより基板上に α -Fe₂O₃からなるピン止め用強磁性層31を形成し、このピン止め用強磁性層31上

に、非磁性層33を挟んで2層の強磁性層32、34を形成するとともに、フォトリソグラフィプロセスとイオンミリングによりトラック幅に相当する部分を残して他の部分を除去して積層体35とする。積層体35を形成したならば積層体35の両側を挟むように電極層36、36を形成し、更に積層体35の上面と電極層36の上面を覆うように軟磁性層37と反強磁性層38を積層する。ここで反強磁性層38を積層する場合に例えば磁界を印加しながら成膜する。

【0026】次いで図1の紙面垂直方向に磁界を印加してピン止め用強磁性層31を着磁して磁化の向きを固定することでピン止め強磁性層32の磁化の向きをピン止めする。以上の処理によってピン止め強磁性層32の磁化の向きとフリー強磁性層34の磁化の向きが90°直交した図3に示す構造の磁気抵抗効果型センサを得ることができる。

【0027】ここで積層体35を形成する場合のフォトリソグラフィプロセスにおいて、必要な膜を積層しこの積層膜において積層体の形成予定部分を覆うマスクを被せてから不要部分をイオンミリングにより除去して積層体35を形成する処理を行うが、ここで積層体35の側部側にイオンミリング時に不要物質が混入することが考えられる。しかし、図1に示す構造であれば、フリー強磁性層34の上に形成する軟磁性層37と反強磁性層38がフリー強磁性層34に縦バイアスを印加するので、フリー強磁性層34の側部側に設けるのは電極層36のみで良く、積層体35の側部側の不要元素混入は磁気抵抗効果には何ら悪影響を及ぼさない。従ってイオンミリング工程を行っても縦バイアス印加機構に何ら悪影響は及ぼさない。

【0028】次に図2は、本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第2の形態を示すもので、この形態の磁気抵抗効果多層膜T₁は、断面台形状の積層体40をピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37'と反強磁性層38'とから構成し、積層体40の両側に被さるように電極層36、36を設けた構造である。

【0029】次に図3は、本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第3の形態を示すもので、この形態の磁気抵抗効果多層膜T₁は、軟磁性層37と反強磁性層38とを下地層として基板上に形成し、その上に断面台形状になるようにフリー強磁性層34と非磁性層33とピン止め強磁性層32とピン止め用強磁性層31とを積層して積層体41を構成し、軟磁性層37上に前記積層体41の両側に被さるように電極層36、36を設けた構造である。

【0030】これらのいずれの構造においてもフリー強磁性層34に軟磁性層37と反強磁性層38を積層しているため、縦バイアスを印加することができ、軟磁性層37に反強磁性層38を密着配置しているので軟磁性層

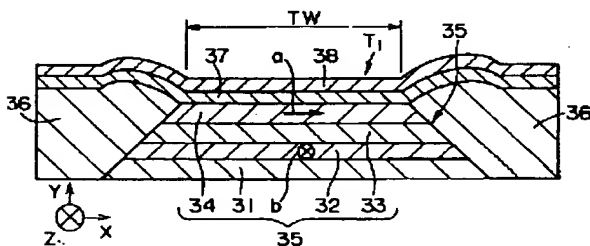
37を単磁区化することができ、本願の目的を先の形態の場合と同様に達成することができる。

【0031】なお、図2に示す構造であると、図1に示す構造とは異なり、積層体40をピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37'と反強磁性層38'とから構成しているので、これらを形成するための膜を順次成膜して積層した後でまとめてイオンミリングすることで積層体40を形成し、電極層36、36を形成することで製造できる。即ち、図1に示す構造の如く積層体35と電極層36を形成後に更に軟磁性層37と反強磁性層38を別途積層する必要があるが図2に示す構造では必要ないので、図2に示す構造であれば図1に示す構造よりも工程数を削減できて容易に製造できるようになる。

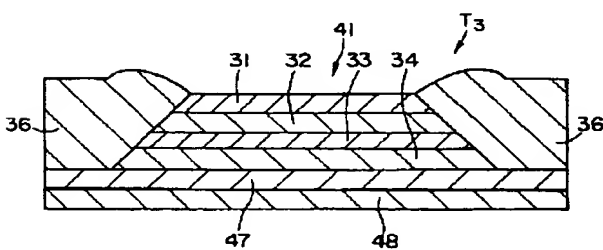
【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、フリー強磁性層に軟磁性層と反強磁性層を積層させて設け、反強磁性層から軟磁性層に磁氣的交換結合を生じさせて軟磁性層を単磁区化するとともに、反強磁性層から軟磁性層を介してフリー強磁性層に縦バイアスを印加することができる。そして、軟磁性層と反強磁性層はフリー強磁性層に積層する形で設けるので、各層を構成する膜を積層してイオンミリング等によりパターニングする場合であっても、軟磁性層と反強磁性層とフリー強磁性層の積層界面に不要物質が混入するおそれはなくなり、目的通りの縦バイアスを印加することができる。従って前記構

【図1】



【図3】



造の磁気抵抗効果多層膜を磁気ヘッドに用いるならば、磁気記録媒体からの微小な磁界に線形応答して抵抗変化を起こし、これにより検出感度良くバルクハウゼンノイズの無い状態で磁気情報の読出を行い得る磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第1の形態を示す断面図。

【図2】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第2の形態を示す断面図。

【図3】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第3の形態を示す断面図。

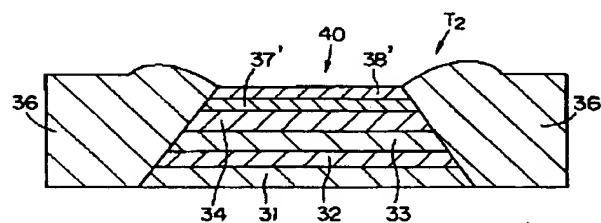
【図4】 従来の磁気抵抗効果型センサの第1の例を示す断面図。

【図5】 従来の磁気抵抗効果型センサの第2の例を示す断面図。

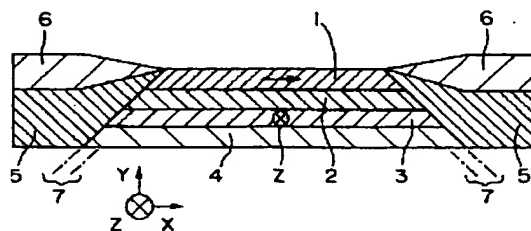
【符号の説明】

T_1 、 T_2 、 T_3	磁気抵抗効果多層膜
31	ピン止め用強磁性層
32	ピン止め強磁性層
33	非磁性層
34	フリー強磁性層
35	積層体
36	電極層
37、37'、47	軟磁性層
38、38'、48	反強磁性層

【図2】



【図4】



【 図 5 】

